

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月24日

出願番号

Application Number:

特願2002-277581

[ST.10/C]:

[JP2002-277581]

出願人

Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 6月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3043352

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14F231

【提出日】 平成14年 9月24日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F01L 13/00
F02D 13/02

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 橋爪 明

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 平工 恵三

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 金井 弘

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 中坂 幸博

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000028

【氏名又は名称】 特許業務法人 明成国際特許事務所

【代表者】 下出 隆史

【電話番号】 052-218-5061

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 133917

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105457

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 可変動弁機構を有する内燃機関におけるノッキング制御

【特許請求の範囲】

【請求項1】 吸気弁の作用角の大きさと開弁期間の位相とを変更可能な可変動弁機構を備える内燃機関を制御するための制御装置であって、

前記内燃機関のノッキング発生の有無を検出するためのノックセンサと、

前記ノックセンサによってノッキングの発生が検出されたときに、前記吸気弁の開弁期間の位相調整を含む複数のノッキング対策のうちの少なくとも1つを選択的に実行可能な制御部と、

を備え、

前記制御部は、前記吸気弁の作用角が180度未満の場合に、前記吸気弁の開弁時期が、上死点から所定の角度分だけ遅角した所定の時期を越えないように、ノッキング対策を選択して実行するノッキング制御モードを有する、内燃機関の制御装置。

【請求項2】 請求項1記載の制御装置であって、

前記ノッキング制御モードは、ノッキングの発生時に前記吸気弁の開弁時期が上死点の後に存在するときに、前記吸気弁の開弁時期を進角させるサブモードを有する、制御装置。

【請求項3】 請求項2記載の制御装置であって、

前記吸気弁の開弁時期の進角は、前記吸気弁の作用角を保った状態で開弁期間の位相を進角させることによって実行される、制御装置。

【請求項4】 請求項2記載の制御装置であって、

前記吸気弁の開弁時期の進角は、前記吸気弁の作用角を拡大することによって実行される、制御装置。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれかに記載の制御装置であって、

前記制御部は、前記ノッキング制御モードにおいて、前記吸気弁の開弁時期が上死点から所定の角度分だけ遅角した所定の時期を越えず、かつ、前記吸気弁の閉弁時期が下死点近傍の所定の範囲に入らないようにノッキング対策を選択する、制御装置。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれかに記載の制御装置であって、前記制御部は、ノッキングの非発生時において、前記吸気弁の開弁時期と閉弁時期とに応じて点火プラグの点火時期を補正する、制御装置。

【請求項7】 請求項6記載の制御装置であって、

前記制御部は、前記吸気弁の開弁時期が上死点よりも遅くなるほど、かつ、前記吸気弁の閉弁時期が下死点に近いほど、点火時期を遅く設定する、制御装置。

【請求項8】 吸気弁の作用角の大きさと開弁期間の位相とを変更可能な可変動弁機構を備える内燃機関を制御するための制御装置であって、

前記内燃機関のノッキング発生の有無を検出するためのノックセンサと、

前記ノックセンサによってノッキングの発生が検出されたときに、前記吸気弁の開弁期間の位相調整を含む複数のノッキング対策のうちの少なくとも1つを選択的に実行可能な制御部と、

を備え、

前記制御部は、前記ノックセンサによってノッキングの発生が検出されたときに、前記吸気弁の開弁時期と閉弁時期の設定が、

i) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の手前で、かつ、閉弁時期が下死点の手前である第1の設定状態と、

i i) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の後で、かつ、閉弁時期が下死点の手前である第2の設定状態と、

i i i) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の手前で、かつ、閉弁時期が下死点の後である第3の設定状態と、

i v) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の後で、かつ、閉弁時期が下死点の後である第4の設定状態と、

のいずれであるかを判定するとともに、

上記第1ないし第4の設定状態に対してそれぞれ予め選択されたノッキング対策を実行する、内燃機関の制御装置。

【請求項9】 請求項8記載の制御装置であって、

前記制御部は、前記ノックセンサによってノッキングの発生が検出されたときに前記吸気弁が前記第2の設定状態にあるときには、前記吸気弁の開弁時期を進

角させるノッキング制御モードを有する、制御装置。

【請求項10】 吸気弁の作用角の大きさと開弁期間の位相とを変更可能な可変動弁機構を備える内燃機関を制御するための制御方法であって、

(a) 前記内燃機関のノッキング発生の有無を検出する工程と、

(b) ノッキングの発生が検出されたときに、前記吸気弁の開弁期間の位相調整を含む複数のノッキング対策のうちの少なくとも1つを選択的に実行する工程と、

を備え、

前記工程(b)は、前記吸気弁の作用角が180度未満の場合に、前記吸気弁の開弁時期が、上死点から所定の角度分だけ遅角した所定の時期を越えないよう、ノッキング対策を選択して実行するノッキング制御モードを実行する工程を含む、

内燃機関の制御方法。

【請求項11】 吸気弁の作用角の大きさと開弁期間の位相とを変更可能な可変動弁機構を備える内燃機関を制御するための制御方法であって、

(a) 前記内燃機関のノッキング発生の有無を検出する工程と、

(b) ノッキングの発生が検出されたときに、前記吸気弁の開弁期間の位相調整を含む複数のノッキング対策のうちの少なくとも1つを選択的に実行する工程と、

を備え、

前記工程(b)は、

ノッキングの発生が検出されたときに、前記吸気弁の開弁時期と閉弁時期の設定が、

i) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の手前で、かつ、閉弁時期が下死点の手前である第1の設定状態と、

ii) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の後で、かつ、閉弁時期が下死点の手前である第2の設定状態と、

iii) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の手前で、かつ、閉弁時期が下死点の後である第3の設定状態と、

i v) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の後で、かつ、閉弁時期が下死点の後である第4の設定状態と、
のいずれであるかを判定する工程と、
上記第1ないし第4の設定状態に対してそれぞれ予め選択されたノッキング対策を実行する工程と、
を含む、内燃機関の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、可変動弁機構を有する内燃機関におけるノッキング制御技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、ガソリンエンジンに関する種々のノッキング制御技術が提案されている。通常のノッキング対策としては、点火時期の遅角が知られている。また、特許文献1（特開平11-324762号公報）には、ノッキング発生時に吸気弁の閉弁時期を遅角させる技術が開示されている。特許文献2（特開平11-190236号公報）には、ノッキング発生状況に応じて吸気弁の開弁期間の位相を遅角または進角する技術が開示されている。また、特許文献3（特開平6-129271号公報）には、ノッキングの程度に応じて吸気弁の閉弁時期を変更する技術が開示されている。

【特許文献1】 特開平11-324762号公報（要約）

【特許文献2】 特開平11-190236号公報（要約）

【特許文献3】 特開平6-129271号公報（要約）

【0003】

ところで、吸気弁の機構としては、開弁期間の大きさ（いわゆる作用角）と、開弁期間の位置（「開弁期間の位相」とも呼ぶ）との両方を変更可能な可変動弁機構が知られている。このような可変動弁機構を用いると、軽負荷の際に、吸気系のスロットル弁を絞る代わりに作用角を小さくすることによって、吸入空気量を低

下させることができる。こうすると、吸気系の抵抗が低下するのでポンプ損失が低下し、熱効率を向上させることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来は、このような可変動弁機構を有する内燃機関におけるノッキング制御については、あまり工夫されていないのが実情であった。通常の内燃機関では、吸気弁の作用角が $220^{\circ} \sim 240^{\circ}$ であるのに対して、可変動弁機構を有する内燃機関では、吸気弁の作用角が 180° 未満に設定される場合がある。吸気弁の作用角が 180° 未満の場合には、作用角が 200° 以上ある場合は、開弁期間の位相の進角や遅角によるノッキング抑制効果が大きく異なる。しかし、従来は、作用角を 180° 未満に設定し得る内燃機関において、どのようなノッキング対策を行えば良いかについては、十分に工夫されていないのが実情であった。

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、可変動弁機構を有する内燃機関において、ノッキングをより十分に抑制するための技術を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記課題を解決するために、本発明による第1の制御装置は、吸気弁の作用角の大きさと開弁期間の位相とを変更可能な可変動弁機構を備える内燃機関を制御するための制御装置であって、

前記内燃機関のノッキング発生の有無を検出するためのノックセンサと、

前記ノックセンサによってノッキングの発生が検出されたときに、前記吸気弁の開弁期間の位相調整を含む複数のノッキング対策のうちの少なくとも1つを選択的に実行可能な制御部と、

を備え、

前記制御部は、前記吸気弁の作用角が 180° 未満の場合に、前記吸気弁の開弁時期が、上死点から所定の角度分だけ遅角した所定の時期を越えないように、ノッキング対策を選択して実行するノッキング制御モードを有する。

【0007】

発明者らは、吸気弁の作用角が180度未満のときに、吸気弁の開弁時期が上死点から遅角するほどノッキングが発生し易くなる場合があることを見いだした。上記制御装置では、吸気弁の開弁時期が上死点から所定の角度分だけ遅角した所定の時期を越えないようにノッキング対策を選択するようにしたので、吸気弁の開弁時期の遅角によってノッキングが発生し易くなることを防止でき、ノッキングをより十分に抑制することが可能になる。

【0008】

前記ノッキング制御モードは、ノッキングの発生時に前記吸気弁の開弁時期が上死点の後に存在するときに、前記吸気弁の開弁時期を進角させるサブモードを有することが好ましい。

【0009】

この構成によれば、吸気弁の開弁時期の遅角によってノッキングが発生し易くなることを確実に防止することができる。

【0010】

なお、前記吸気弁の開弁時期の進角は、前記吸気弁の作用角を保った状態で開弁期間の位相を進角させることによって実行されても良く、あるいは、前記吸気弁の作用角を拡大することによって実行されても良い。

【0011】

前記制御部は、前記ノッキング制御モードにおいて、前記吸気弁の開弁時期が上死点から所定の角度分だけ遅角した所定の時期を越えず、かつ、前記吸気弁の閉弁時期が下死点近傍の所定の範囲に入らないようにノッキング対策を選択することが好ましい。

【0012】

吸気弁の閉弁時期が下死点近傍にあると、ノッキングが発生し易いことが知られている。そこで、閉弁時期についても、下死点近傍の所定の範囲に入らないようにして、ノッキングの発生をより十分に抑制することができる。

【0013】

前記制御部は、ノッキングの非発生時において、前記吸気弁の開弁時期と閉弁

時期とに応じて点火プラグの点火時期を補正するようにしてもよい。

【0014】

吸気弁の作用角を変更可能な場合には、ノッキングを抑制するための適切な点火時期が、吸気弁の開弁時期と閉弁時期の両方に依存する。従って、ノッキングの非発生時にもこれらの両方に応じて点火プラグの点火時期を補正するようすれば、ノッキングの発生をより良く回避することができる。

【0015】

前記制御部は、前記吸気弁の開弁時期が上死点よりも遅くなるほど、かつ、前記吸気弁の閉弁時期が下死点に近いほど、点火時期を遅く設定することが好ましい。

【0016】

ノッキングは、吸気弁の開弁時期が上死点よりも遅くなるほど、かつ、吸気弁の閉弁時期が下死点に近いほど発生し易い傾向にある。従って、上記のような点火時期の設定を行えば、ノッキングの発生を抑制することが可能である。

【0017】

本発明による第2の制御装置は、吸気弁の作用角の大きさと開弁期間の位相とを変更可能な可変動弁機構を備える内燃機関を制御するための制御装置であって

前記内燃機関のノッキング発生の有無を検出するためのノックセンサと、

前記ノックセンサによってノッキングの発生が検出されたときに、前記吸気弁の開弁期間の位相調整を含む複数のノッキング対策のうちの少なくとも1つを選択的に実行可能な制御部と、
を備え、

前記制御部は、前記ノックセンサによってノッキングの発生が検出されたときに、前記吸気弁の開弁時期と閉弁時期の設定が、

i) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の手前で、かつ、閉弁時期が下死点の手前である第1の設定状態と、

i i) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の後で、かつ、閉弁時期が下死点の手前である第2の設定状態と、

i i i) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の手前で、かつ、閉弁時期が下死点の後である第3の設定状態と、

i v) 前記吸気弁の開弁時期が上死点の後で、かつ、閉弁時期が下死点の後である第4の設定状態と、

のいずれであるかを判定するとともに、

上記第1ないし第4の設定状態に対してそれぞれ予め選択されたノッキング対策を実行する。

【0018】

上記の4つの設定状態では、適切なノッキング対策が異なる。そこで、4つの設定状態に対して予め適切なノッキング対策を設定しておき、ノッキング発生時の吸気弁の設定状態に応じて適切なノッキング対策を選択して実行することによって、ノッキングの発生を効率的に抑制することができる。

【0019】

前記制御部は、前記ノックセンサによってノッキングの発生が検出されたときに前記吸気弁が前記第2の設定状態にあるときには、前記吸気弁の開弁時期を進角させるノッキング制御モードを有するようにしてもよい。

【0020】

第2の設定状態にあるときには、吸気弁の作用角が 180° 未満になっているので、開弁時期が遅くなるほどノッキングが発生しやすくなる場合がある。そこで、このときには、開弁時期を進角させることによって、ノッキングを十分に抑制することが可能である。

【0021】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、内燃機関の制御装置または制御方法、その制御装置または制御方法の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記録媒体、そのコンピュータプログラムを含み搬送波内に具現化されたデータ信号、等の態様で実現することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について、実施例に基づいて以下の順序で説明する。

- A. 装置構成：
- B. ノッキング対策の第1実施例：
- C. ノッキング対策の第2実施例：
- D. ノッキング対策の第3実施例：
- E. ノッキング対策の第4実施例：
- F. ノッキング対策の第5実施例：
- G. 変形例：

【0023】

- A. 装置構成：

図1は、本発明の一実施例としての制御装置の構成を示している。この制御装置は、車両に搭載されたガソリンエンジン100を制御する装置として構成されている。エンジン100は、吸気管110からガソリンと空気の混合気を吸気し、点火プラグ102で混合気に点火して燃焼させ、排気を排気管120から外部に排出する。吸気管110には、混合気の量を調整するためのスロットル弁111が設けられている。吸気管110に燃料を噴射する機構は図示が省略されている。なお、燃料を、直接燃焼室内に噴射するようにしてもよい。排気管120には、排気中の有害成分を除去するための触媒124が設けられている。

【0024】

エンジン100への吸気および排気の工程は、吸気弁112と排気弁122の開閉状態によって切り換えられる。吸気弁112には、その開閉タイミングを調整するための可変動弁機構114が設けられている。この可変動弁機構114は、吸気弁112の開弁期間の大きさ（いわゆる作用角）と、開弁期間の位置（「開弁期間の位相」あるいは「VVT（Variable Valve Timing）位置」とも呼ぶ）とを変更である。このような可変動弁機構としては、例えば本出願人により開示された特開2001-263015号公報に記載されたものを利用することができる。

【0025】

エンジン100の運転は、制御ユニット10によって制御される。制御ユニッ

ト10は、内部にCPU、RAM、ROMを備えるマイクロコンピュータとして構成されている。この制御ユニット10には、種々のセンサからの信号が供給されている。これらのセンサには、ノッキングの発生を検出するためのノックセンサ104と、エンジン水温を検出する水温センサ106と、エンジン回転数を検出する回転数センサ108と、アクセルポジションを検出するアクセルセンサ109と、が含まれている。

【0026】

制御ユニット10の図示しないメモリには、吸気弁112の開弁期間の位相（すなわちVVT位置）を設定するためのVVTマップ12と、吸気弁112の作用角を設定するための作用角マップ14と、点火プラグ102の点火時期を設定するための点火時期マップ16とが記憶されている。これらのマップは、エンジン100の回転数や負荷、エンジン水温などに応じて可変動弁機構114や点火プラグ102の動作状態を設定するために使用される。制御ユニット10のメモリには、さらに、ノッキング対策を決定するためのノッキング対策テーブル18が格納されている。制御ユニット10は、このノッキング対策テーブル18を参照することによって、適切なノッキング対策を選択する。ノッキング対策の選択については、後で詳述する。

【0027】

図2は、可変動弁機構114による吸気弁112の開弁／閉弁タイミングの調整の様子を示している。この可変動弁機構114では、開弁期間の大きさ（作用角）は、弁軸のリフト量を変えることによって調整される。また、開弁期間の位相（開弁期間の中心）は、可変動弁機構114が有するVVT機構（可変バルブタイミング機構）を用いて調整される。なお、この可変動弁機構114は、吸気弁112の作用角と、開弁期間の位相とを独立に変更可能である。従って、エンジン100の運転状態に応じて、吸気弁112の作用角と、開弁期間の位相とがそれぞれ好ましい状態に設定される。

【0028】

B. ノッキング対策の第1実施例：

図3（A）は、ノッキング対策の第1実施例における吸気弁の開弁時期IVO

の禁止期間を示している。第1実施例では、ノッキング対策時に、吸気弁112の開弁時期IVOが、上死点TDCから所定の角度 α だけ遅角した所定の時期($TDC + \alpha$)以降になることが禁止される。ここで、角度 α はゼロでない正の値である。なお、本明細書において、「角度」とはクランク角度を意味している。図3(B)は、第1実施例におけるノッキング対策の一例を示している。この例では、作用角 θ が 180° 未満である。この状態でノッキングが発生したときには、VVT機構によって開弁期間が遅角する。このとき、作用角 θ の大きさは同一に保たれる。そして、開弁時期IVOが($TDC + \alpha$)近傍まで遅角してもノッキングが停止しない場合には、他のノッキング対策(点火時期の調整や燃料噴射時期の調整など)が実行される。

【0029】

このように、吸気弁112の開弁時期IVOを制限するのは以下のような理由による。図4は、作用角が 180° よりも大きな場合のVVT遅角の様子と、作用角が 180° よりも小さな場合のVVT遅角の様子とを示している。大作用角(通常は作用角が 230° 程度)の場合には、VVT遅角を行っても開弁時期IVOは上死点TDCよりも手前にあるのが普通である。一方、小作用角(作用角が 180° 未満)の場合には、VVT遅角を行うと開弁時期IVOが上死点TDCよりもかなり遅くなる。

【0030】

小作用角のときに開弁時期IVOが上死点TDCから過度に遅くなると、以下のような理由によって、逆にノッキングが発生しやすくなる傾向にある。

(1) 開弁時期IVOに至るまでの間に燃焼室内に残留している少量の排気ガスがシリンダ壁で暖められ、この結果、圧縮工程での混合気温度が上昇してノッキングが発生し易くなる。

(2) 開弁時期IVOが遅くなる結果、開弁時の新気流入時において新気の運動エネルギーが絞り損失により多量に摩擦熱に代わり、この結果、圧縮工程での混合気温度が上昇してノッキングが発生し易くなる。

【0031】

また、小作用角の場合には、吸気弁と排気弁の開弁期間のオーバーラップが無

いため、VVT遅角による内部EGR効果（排気ガス残留による燃焼温度の低下効果）の増大が期待できない。この効果により、開弁時期IVOが上死点TDCから過度に遅角するとノッキングが発生し易くなるという傾向が維持される。

【0032】

そこで、第1実施例では、吸気弁112の開弁時期IVOが($TDC + \alpha$)を越えないように制限しており、VVT遅角によって開弁時期IVOが($TDC + \alpha$)を越える場合には、VVT進角以外のノッキング対策が実行される。なお、開弁時期IVOの禁止期間を規定する角度 α は、一定値でも良いが、エンジン100の運転状態（回転数、負荷、エンジン水温など）に応じて異なる値を予め設定しておくことが好ましい。

【0033】

図5は、ノッキング対策の第1実施例の処理手順を示すフローチャートである。制御ユニット10は、ノックセンサ104の出力信号に基づいて、ノッキングが発生しているか否かを判断する（ステップS1）。ノッキングが発生している場合には、VVT遅角を行うと仮定したときに吸気弁112の開弁期間IVOが禁止期間（ $TDC + \alpha$ 以降）に入るか否かが判断される（ステップS2）。VVT遅角を行っても開弁期間IVOが禁止期間に入らない場合には、作用角を保ったままVVT遅角を行う（ステップS3）。一方、VVT遅角を行うと開弁期間IVOが禁止期間に入ってしまう場合には、VVT遅角を行わず、他のノッキング対策（例えば点火時期調整）を実行する（ステップS4）。但し、ノッキング対策の結果、VVT位置や点火時期に関して予め設定されているガード（禁止領域）に抵触する場合には、そのノッキング対策の実行を中止する（ステップS5, S6）。これは、主としてエンジンの失火を防止するためである。ノッキング対策の結果、ノッキングが停止したときには図5の処理を完了する（ステップS7）。一方、ノッキングが停止していなければ、ステップS2に戻ってステップS2～S7の処理を繰り返す。

【0034】

このように、第1実施例では、ノッキング対策によって吸気弁112の開弁時期IVOが($TDC + \alpha$)を越えることがないように吸気弁112のタイミング

を制限しているので、ノッキング対策を行った結果として、却ってノッキングが発生し易い状態になることを防止できる。このような効果は、特に吸気弁112の作用角が 180° 未満の場合に顕著であるが、吸気弁112の作用角が 180° 以上の場合にもこのような制限を設けることが可能である。

【0035】

C. ノッキング対策の第2実施例：

図6（A）は、ノッキング対策の第2実施例における吸気弁の開弁時期IVOと閉弁時期IVCの禁止期間を示している。第2実施例では、第1実施例で説明した開弁期間IVOの禁止期間に加えて、閉弁時期IVCの禁止期間が設定されている。閉弁時期IVCの禁止期間は、下死点BDC近傍の所定の範囲（BDC $\pm\beta$ ）である。ここで、角度 β はゼロでない正の値である。この角度 β は、一定値でも良いが、エンジン100の運転状態（回転数、負荷、エンジン水温など）に応じて異なる値を予め設定しておくことが好ましい。

【0036】

吸気弁112の閉弁時期IVCが下死点BDCに極めて近くになると、実圧縮比が高くなつてノッキングが発生し易くなる。そこで、第2実施例では、閉弁時期IVCに関しても禁止期間を設けることによって、ノッキングの抑制効果を更に高めている。なお、小作用角（作用角が 180° 以下）の場合には、吸気弁112の開弁時期IVOの禁止期間によるノッキング抑制効果の方が、閉弁時期IVCの禁止期間によるノッキング抑制効果よりもかなり大きいことが判明した。従って、上述した第1実施例のように、開弁時期IVOの禁止期間のみによってもかなりのノッキング抑制効果が期待できるが、これに加えて、閉弁時期IVCに関しても禁止期間を設けることがより好ましい。

【0037】

図6（B）は、第2実施例において作用角 θ が 180° よりも大きい場合のノッキング制御モードを示している。この状態でノッキングが発生したときには、作用角 θ が保持されたままVVT遅角する。そして、開弁時期IVOが（TDC $+ \alpha$ ）近傍まで遅角してもノッキングが停止しない場合には、他のノッキング対策（点火遅角など）が実行される。

【0038】

図6 (C) は、第2実施例において作用角 θ が 180° よりも小さい場合のノッキング制御モードを示している。この状態でノッキングが発生したときには、VVT遅角せずに逆にVVT進角し、開弁時期IVOと閉弁時期IVCの禁止期間に抵触しないようにしている。なお、ある程度のVVT進角によってもノッキングが停止しない場合には、他のノッキング対策（点火時期の遅角など）が実行される。この例のように、作用角 θ が 180° 未満の場合にVVT遅角をおこなわずに逆にVVT進角するようにすれば、開弁時期IVOの遅角によってノッキングが逆に発生し易くなってしまうという現象を確実に防止することができる。従って、ノッキング発生をより確実に抑制するという意味からは、図3 (B) に示した第1実施例のノッキング対策よりも、図6 (C) に示した第2実施例のノッキング対策の方がより好ましい。

【0039】

図7は、ノッキング対策の第2実施例の処理手順を示すフローチャートである。制御ユニット10は、ノッキングが発生している場合には、吸気弁112の作用角が 180° 未満か否か（すなわち小作用角か大作用角か）を判断する（ステップS11, S12）。小作用角の場合には、VVT進角または点火遅角を行う（ステップS13）。一方、大作用角の場合には、VVT遅角または点火遅角を実行する（ステップS14）。ステップS15～S17は、図5のステップS5～S7と同じなので説明を省略する。

【0040】

このように、第2実施例では、ノッキング対策を選択する際に、吸気弁112の開弁時期IVOが($TDC + \alpha$)を越えることがなく、かつ、閉弁時期IVCが($BDC \pm \beta$)の範囲に入らないように吸気弁112のタイミングを制限しているので、ノッキング対策を行った結果として、却ってノッキングが発生し易い状態になることをより効果的に防止できる。

【0041】

D. ノッキング対策の第3実施例：

図8は、ノッキング対策の第3実施例を示している。図8 (A), (B) は、

前述した第2実施例の図6（A），（B）と同じものである。図8（C）に示すように、第3実施例の小作用角に対するノッキング制御モードでは、作用角を拡大することによって、開弁時期IVOを進角させている。この際、開弁時期IVOと閉弁時期IVCが、いずれも禁止期間に抵触しないようにすることができる。なお、作用角の拡大の結果として、作用角が 180° 以上になることが許容されていることが好ましい。作用角がある程度拡大してもノッキングが停止しない場合には、他のノッキング対策（点火時期調整など）が実行される。

【0042】

図9は、ノッキング対策の第3実施例の処理手順を示すフローチャートである。この処理手順は、図7のステップS13をステップS13aで置き換えた以外は、図7の処理手順と同じである。第3実施例においてノッキングが発生したときに、吸気弁が小作用角である場合には、作用角の拡大または点火遅角（あるいはその両方）によってノッキングを抑制する。なお、この場合に、ステップS15において、作用角の大きさ自体にガードを設けてもよい。

【0043】

このように、第3実施例では、吸気弁112の作用角を必要に応じて拡大するようにしたので、これによって開弁時期IVOと閉弁時期IVCがそれぞれの禁止期間に入らないように開弁期間を容易に調整することが可能である。この結果、ノッキングをさらに効率的に抑制することができるという利点がある。

【0044】

E. ノッキング対策の第4実施例：

図10は、ノッキング対策の第4実施例の処理手順を示すフローチャートである。ステップS21，S25～S27は、図5のステップS1，S5～S7と同じである。第4実施例では、ノッキングが発生したときに、吸気弁112の開弁時期IVOの位置と閉弁時期IVCの位置の4種類の組合せに応じて、それぞれ以下のノッキング制御モードが実行される（ステップS22）。

【0045】

- i) 開弁時期IVOが上死点TDCの手前で、かつ、閉弁時期IVCが下死点BDCの手前である第1の設定状態のとき：点火遅角

i i) 開弁時期IVOが上死点TDCの後で、かつ、閉弁時期IVCが下死点BDCの手前である第2の設定状態のとき：VVT進角

i ii) 開弁時期IVOが上死点TDCの手前で、かつ、閉弁時期IVCが下死点BDCの後である第3の設定状態のとき：VVT遅角

i v) 開弁時期IVOが上死点TDCの後で、かつ、閉弁時期IVCが下死点BDCの後である第4の設定状態のとき：点火遅角

【0046】

図10の右下に、上記4つの設定状態i)～iv)が例示されている。第2の設定状態ii)では、作用角は常に180°未満である。そこで、第2の設定状態ii)でノッキングが発生したときには、VVT進角を行うことによって、開弁時期IVOと閉弁時期IVCとが図6(A)に示した禁止期間に入らないないように工夫している。これは、第2実施例の図6(C)と同じノッキング対策である。この代わりに、第3実施例の図8(C)に示したような作用角の拡大を行うことによって、開弁時期IVOを進角させてもよい。

【0047】

第1と第4の設定状態i), iv)では作用角が180°未満になる場合がある。そこで、第1と第4の設定状態i), iv)では、VVT制御を行わずに、点火遅角を実行することによって、開弁時期IVOと閉弁時期IVCとがそれぞれ禁止期間に入らないないようにしている。また、第3の設定状態ii)では、作用角は常に180°以上なので、VVT進角を行うことによってノッキングを抑制する。

【0048】

このように、吸気弁112の開弁時期IVOの位置と閉弁時期IVCの位置の4つの組合せに応じて、それぞれ予め適切なノッキング対策を選択しておくようすれば、吸気弁112の開弁期間の設定状態に応じたそれぞれ適切なノッキング対策を選択的に実行することが可能である。

【0049】

なお、上述した4つの設定状態i)～iv)のそれぞれにおけるノッキング対策は一例であり、これ以外の種々のノッキング対策をそれぞれ割り当てるよう

しても良い。但し、これらの4つの設定状態 i) ~ iv) に対するノッキング対策のうち、少なくとも1つの設定状態に対するノッキング対策は、他の設定状態に対するノッキング対策と異なることが好ましい。特に、常に小作用角となる第2の設定状態 ii) と、常に大作用角となる第3の設定状態 iii) には、異なるノッキング対策が選択されていることが好ましい。

【0050】

F. ノッキング対策の第5実施例：

図11は、第5実施例におけるノッキング対策の内容を示す説明図である。第5実施例では、ノッキングが発生する前から、点火プラグ102の点火時期を調整しておくことによって、ノッキングの発生を抑制する。すなわち、図11(A)に示すように、吸気弁112の開弁時期IVOが遅角するほど点火時期が遅くなり、また、閉弁時期IVCが下死点BDCに近づくほど点火時期が遅くなるように、点火時期が補正される。

【0051】

図11(B), (C)は、開弁時期IVOに応じた点火時期の調整量 ΔT_o と、閉弁時期IVCに応じた点火時期の調整量 ΔT_c の一例をそれぞれ示している。図11(B)において、例えば「B10」は開弁時期IVOが上死点TDCの手前10°であることを意味しており、「A10」は開弁時期IVOが上死点TDCの10°後であることを意味している。同様に、図11(C)において、「B10」は閉弁時期IVCが下死点BDCの手前10°であることを意味しており、「A10」は閉弁時期IVCが下死点BDCの10°後であることを意味している。また、調整量 ΔT_o , ΔT_c の負の値は、点火時期を遅角させることを意味している。

【0052】

実際の点火時期 T_{ig} は、例えば以下の式で決定される。

$$T_{ig} = T_{base} + \Delta T_o + \Delta T_c + \Delta T_{kcs} + \Delta T_{other}$$

【0053】

ここで、 T_{base} はエンジンの回転数と負荷とに応じて決定される基本点火時期であり、 ΔT_{kcs} はノッキング対策として決定される点火時期調整量、 ΔT_{other}

は他の要因による点火時期調整量である。他の要因による点火時期調整量 ΔT_{tot} は、例えばエンジン水温や吸気温などに依存して決定される。

【0054】

このように、点火時期を吸気弁112の開弁時期IVOと閉弁時期IVCとに応じて変化させる理由は、可変動弁機構114によって作用角の大きさが任意に変更可能な場合に、ノッキングが発生し難くなるように適切な点火時期を設定するためである。従来は、点火時期Tigは、エンジンの回転数と負荷とに応じて決定される基本点火時期Tbaseを、吸気弁112の開弁期間の位相（VVT位置）に応じて補正していた。しかし、作用角が変更可能なエンジンでは、作用角が変わると、同じVVT位置でも開弁時期IVOと閉弁時期IVCとが大きく変化する。従って、可変作用角の吸気弁112では、VVT位置による補正だけでは適切な点火時期Tigを設定することが困難である。これに対して、図11に示したように、点火時期を吸気弁112の開弁時期IVOと閉弁時期IVCとに応じて補正するようにすれば、吸気弁112の作用角の大きさが変わっても、ノッキングが発生し難い適切な点火時期を設定することが可能である。

【0055】

G. 変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0056】

G1. 変形例1：

上記各実施例は、ノッキング対策として、吸気弁の開弁期間の位相調整と、作用角の拡大と、点火時期調整と、燃料噴射時期の4つのノッキング対策を利用可能であるものとした。しかし、本発明は、吸気弁の開弁期間の位相調整を含む複数のノッキング対策が利用可能である場合に適用可能である。

【0057】

G2. 変形例2：

本発明は、ガソリンエンジンにおけるノッキング制御に限らず、ディーゼルエ

ンジンにおける筒内温度の制御にも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例としての制御装置の構成を示す概念図。

【図2】 可変動弁機構114による吸気弁112の開弁／閉弁タイミングの調整の様子を示す図。

【図3】 ノッキング対策の第1実施例を示す説明図。

【図4】 大作用角の場合と小作用角の場合のVVT遅角の様子を示す説明図。

【図5】 ノッキング対策の第1実施例の処理手順を示すフローチャート。

【図6】 ノッキング対策の第2実施例を示す説明図。

【図7】 ノッキング対策の第2実施例の処理手順を示すフローチャート。

【図8】 ノッキング対策の第3実施例を示す説明図。

【図9】 ノッキング対策の第3実施例の処理手順を示すフローチャート。

【図10】 ノッキング対策の第4実施例の処理手順を示すフローチャート

。 【図11】 ノッキング対策の第5実施例を示す説明図。

【符号の説明】

10…制御ユニット

12…VVTマップ

14…作用角マップ

16…点火時期マップ

18…ノッキング対策テーブル

100…エンジン

102…点火プラグ

104…ノックセンサ

106…水温センサ

108…回転数センサ

109…アクセルセンサ

110…吸気管

1 1 1 …スロットル弁

1 1 2 …吸気弁

1 1 4 …可変動弁機構

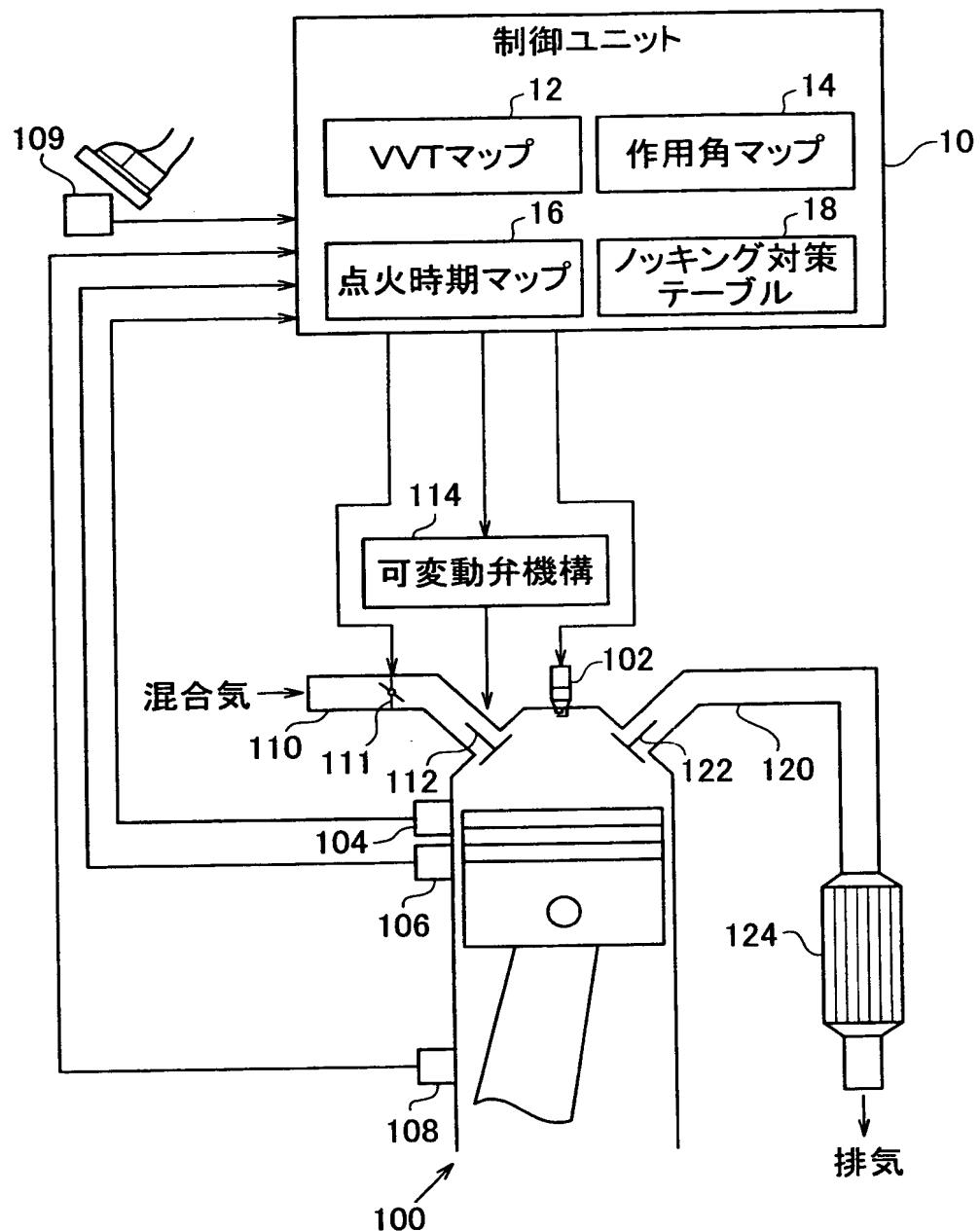
1 2 0 …排気管

1 2 2 …排気弁

1 2 4 …触媒

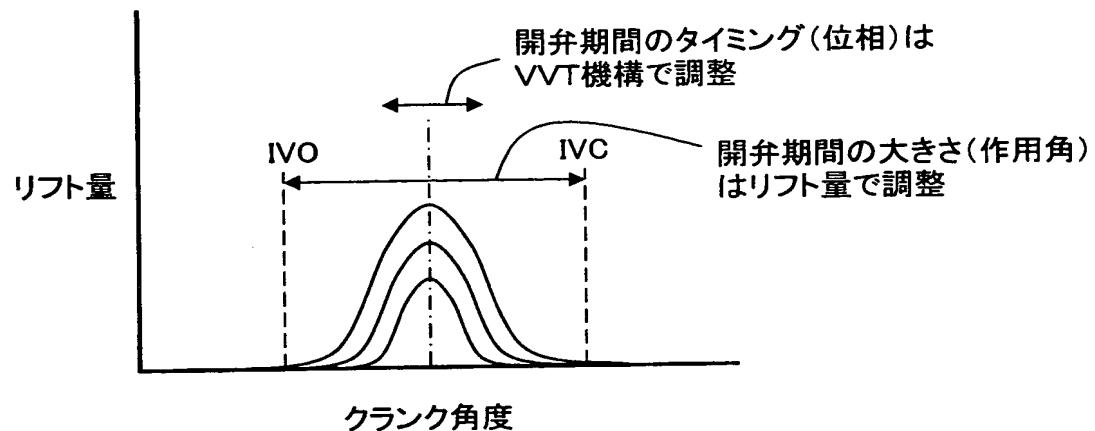
【書類名】 図面

【図1】



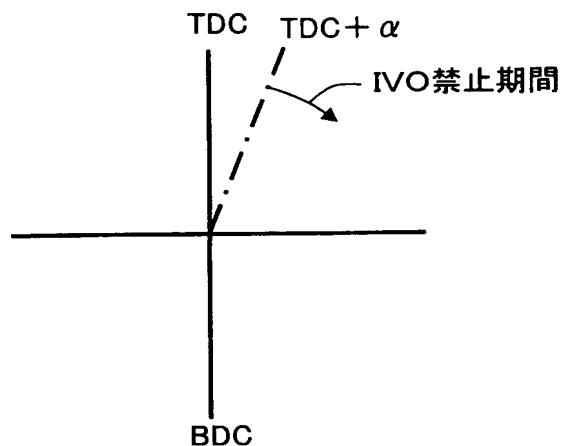
【図2】

可変動弁機構による吸気弁の開弁／閉弁タイミング調整

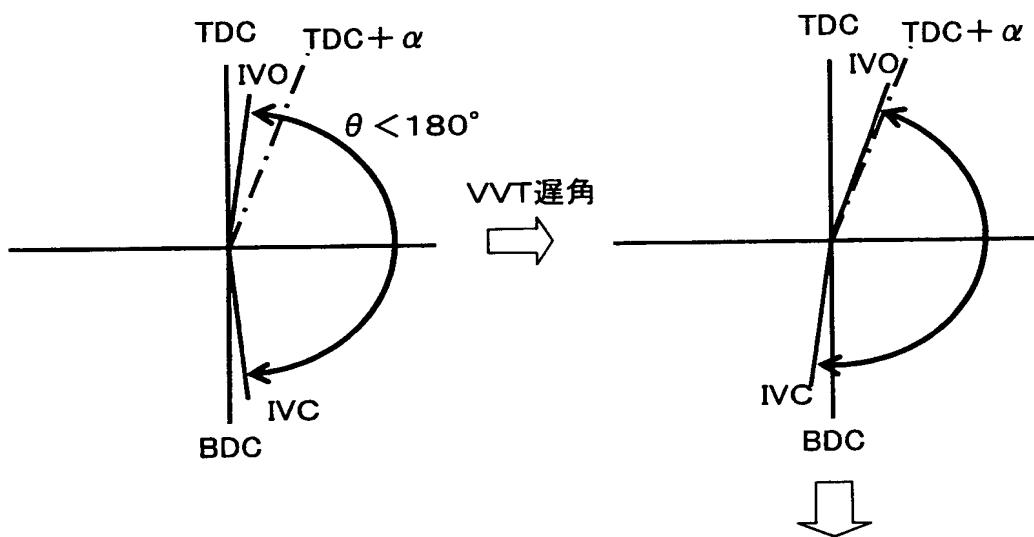


【図3】

(A) 第1実施例におけるIVO禁止期間



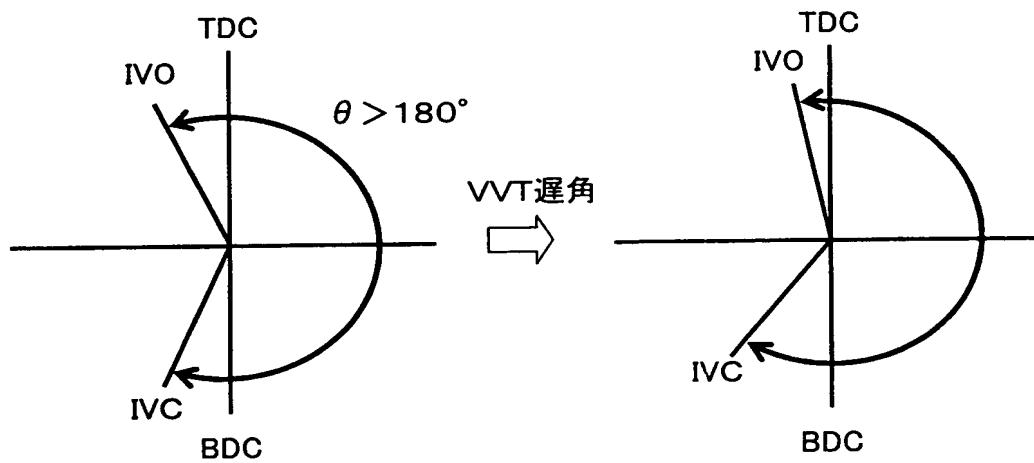
(B) ノッキング対策例



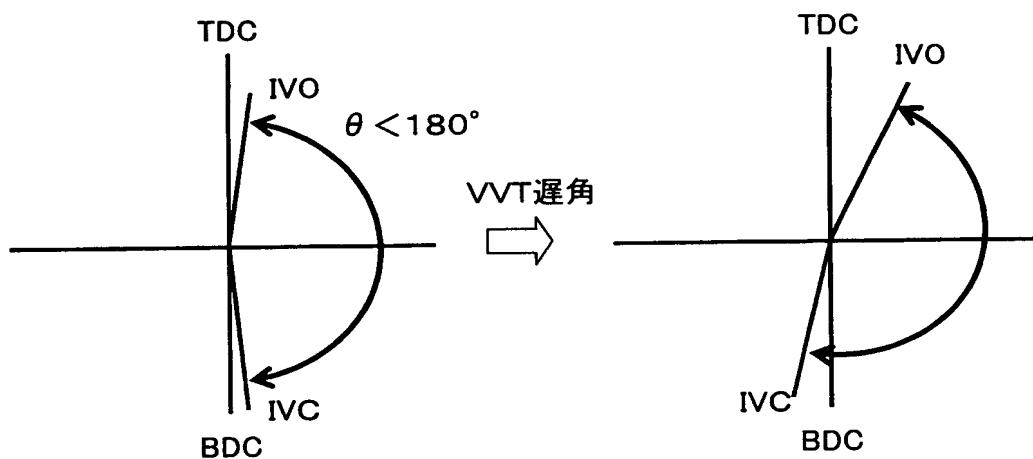
他のノッキング対策
(点火時期調整等)

【図4】

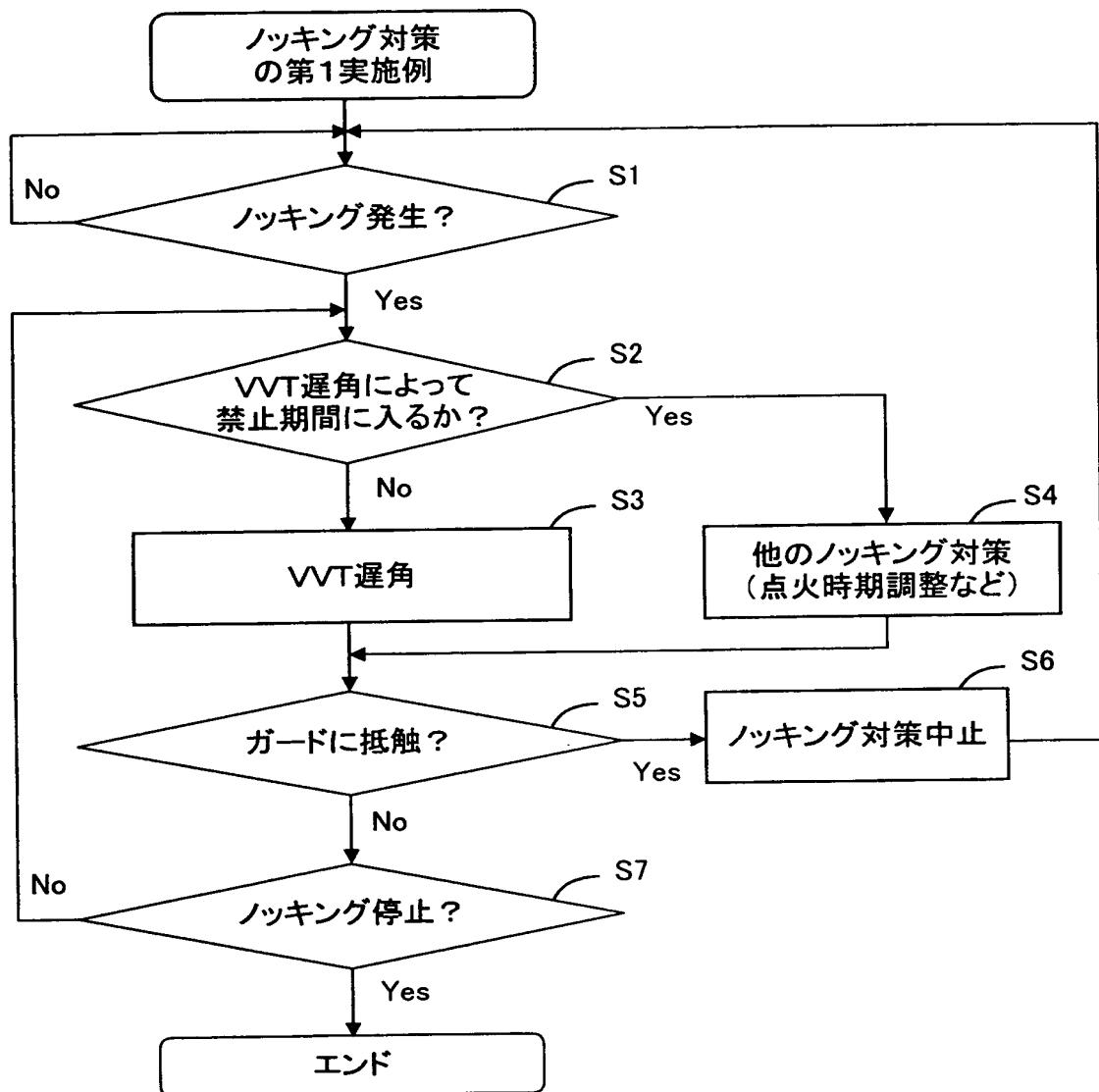
(A) 大作用角の場合のVVT遅角



(B) 小作用角の場合のVVT遅角

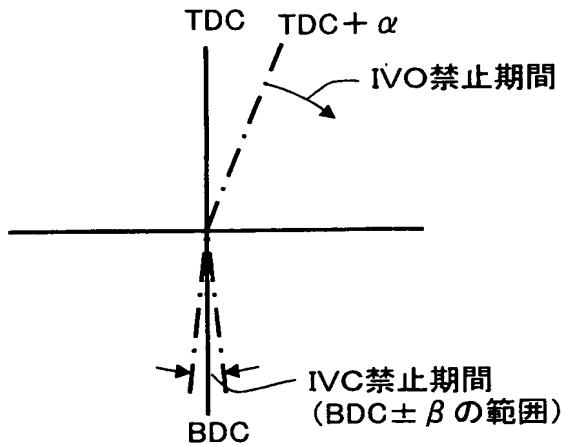


【図5】

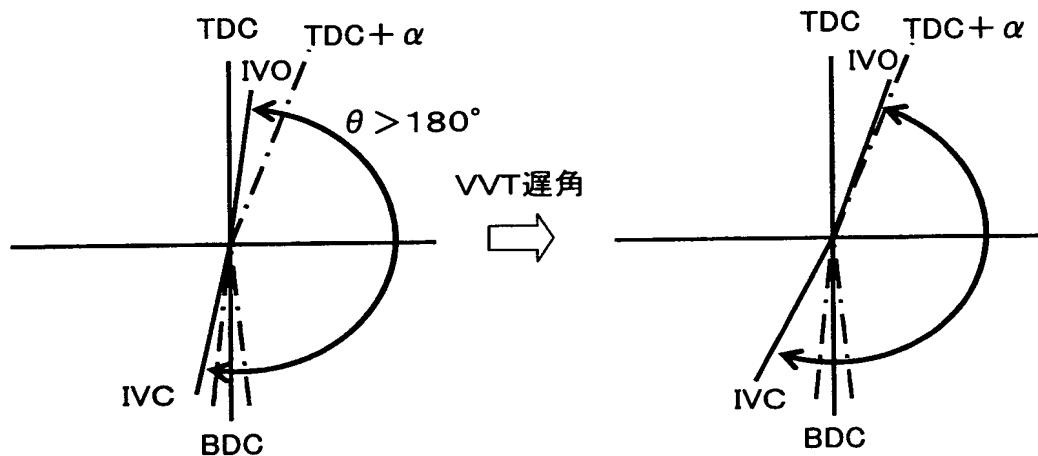


【図6】

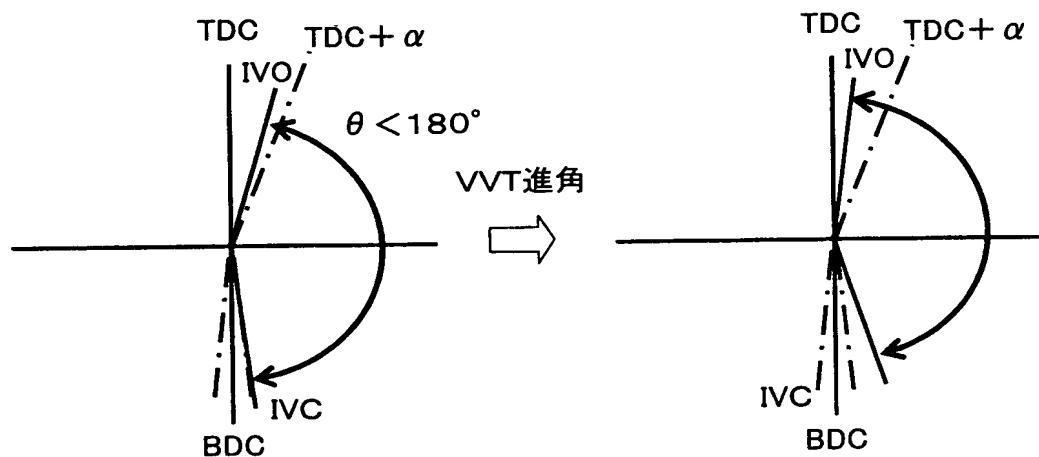
(A) 第2実施例におけるIVO, IVC禁止期間



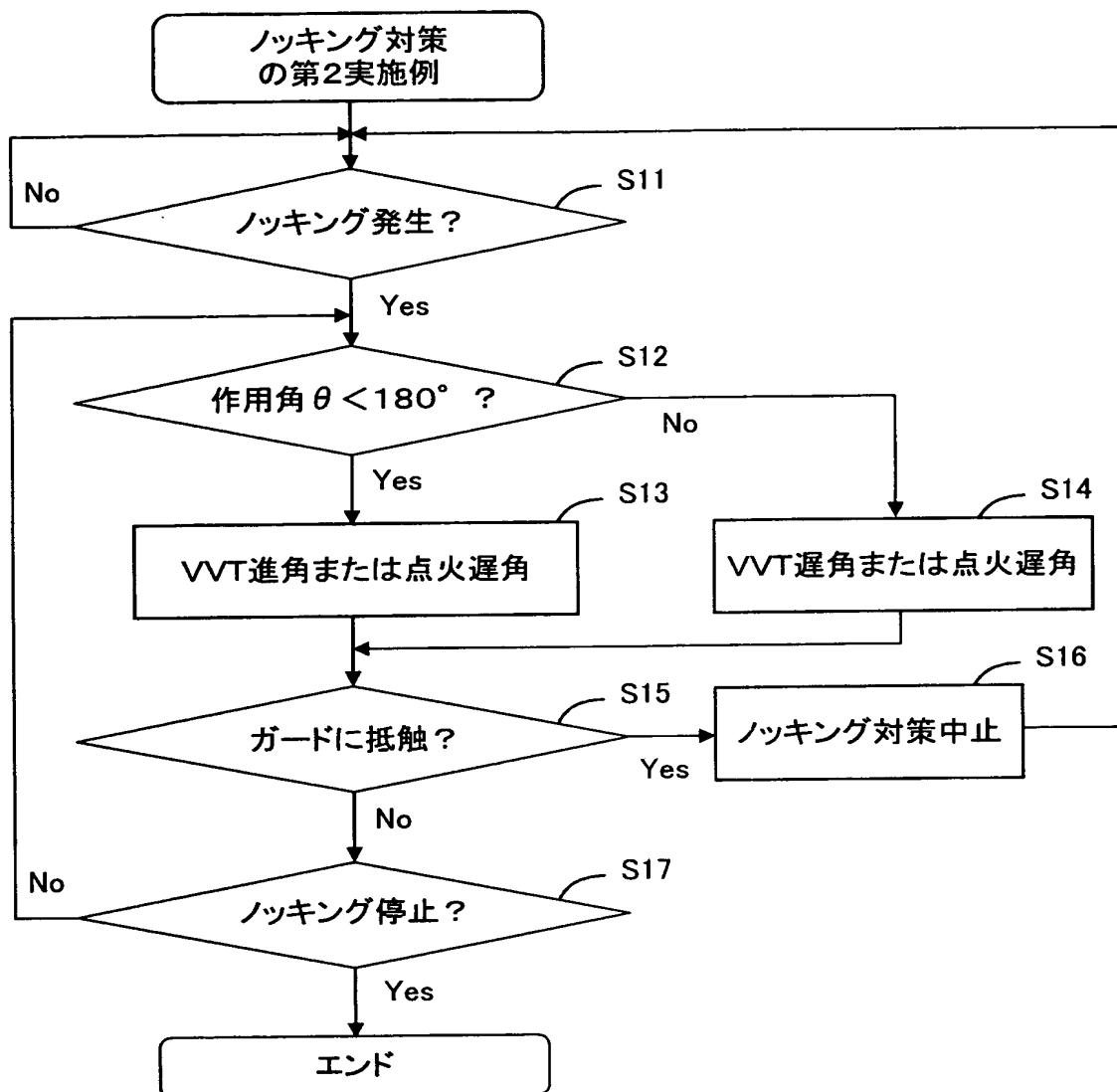
(B) 大作用角のノッキング対策例(VVT遅角または点火遅角)



(C) 小作用角のノッキング対策例(VVT進角または点火遅角)

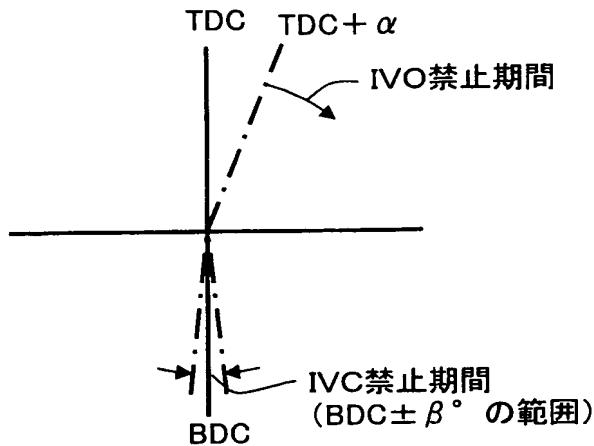


【図7】

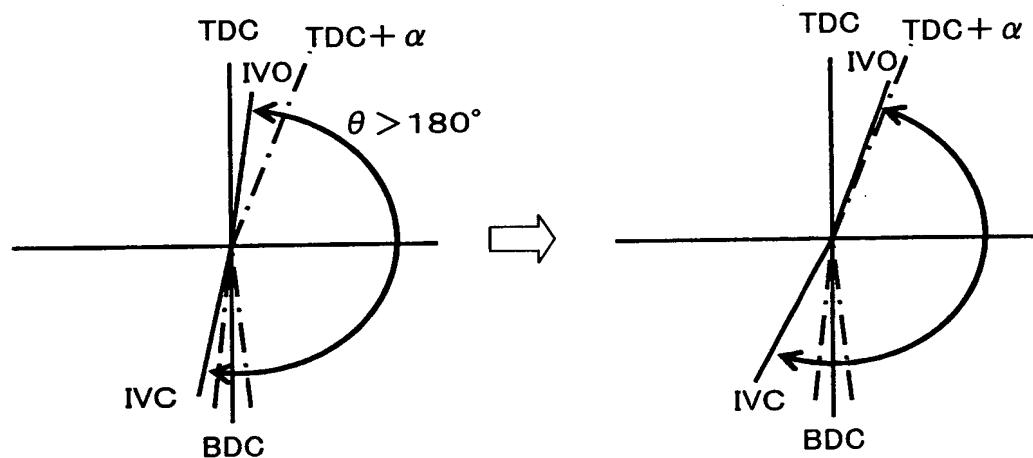


【図8】

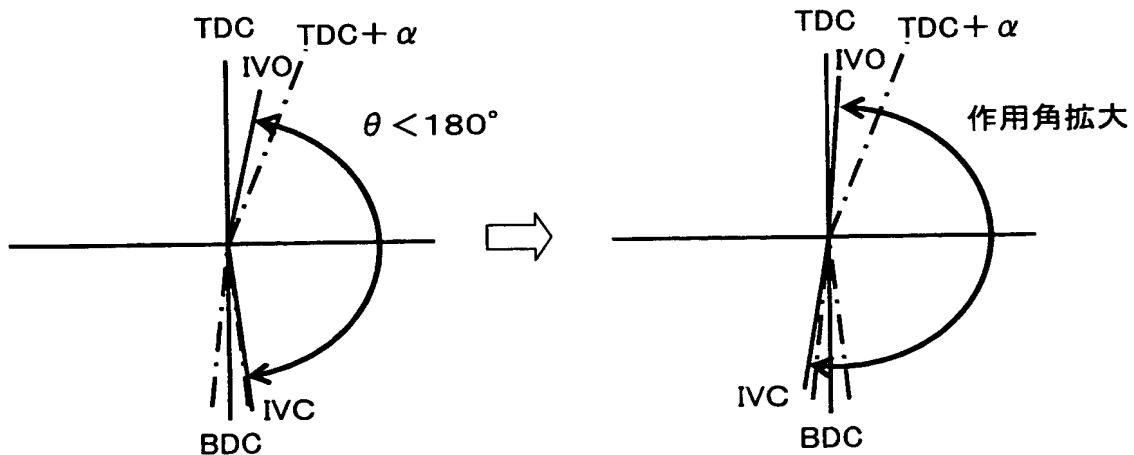
(A) 第3実施例におけるIVO, IVC禁止期間



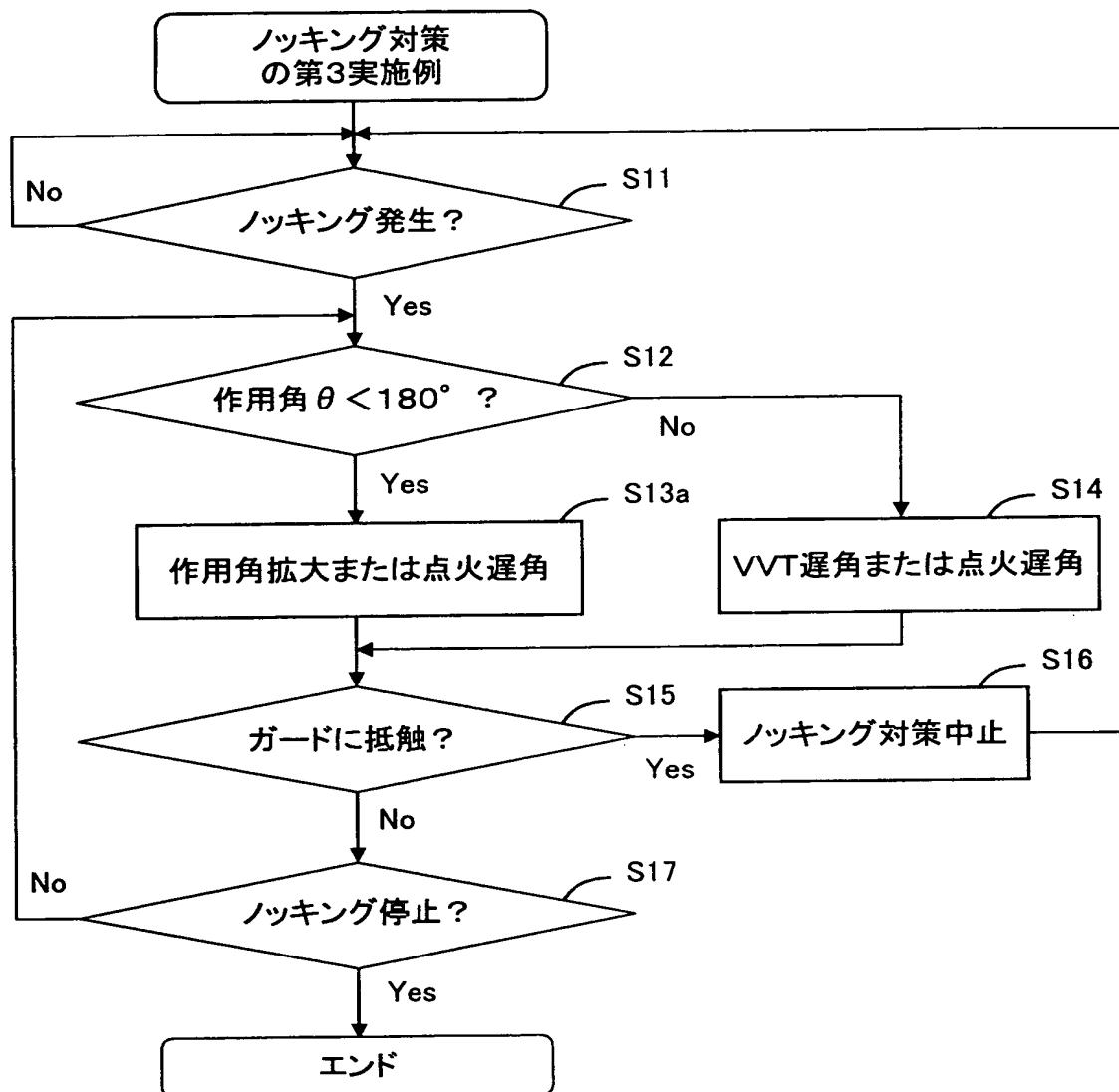
(B) 大作用角のノッキング対策例(VVT遅角または点火遅角)



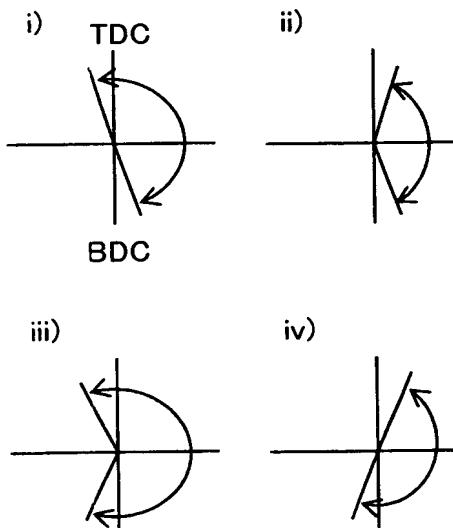
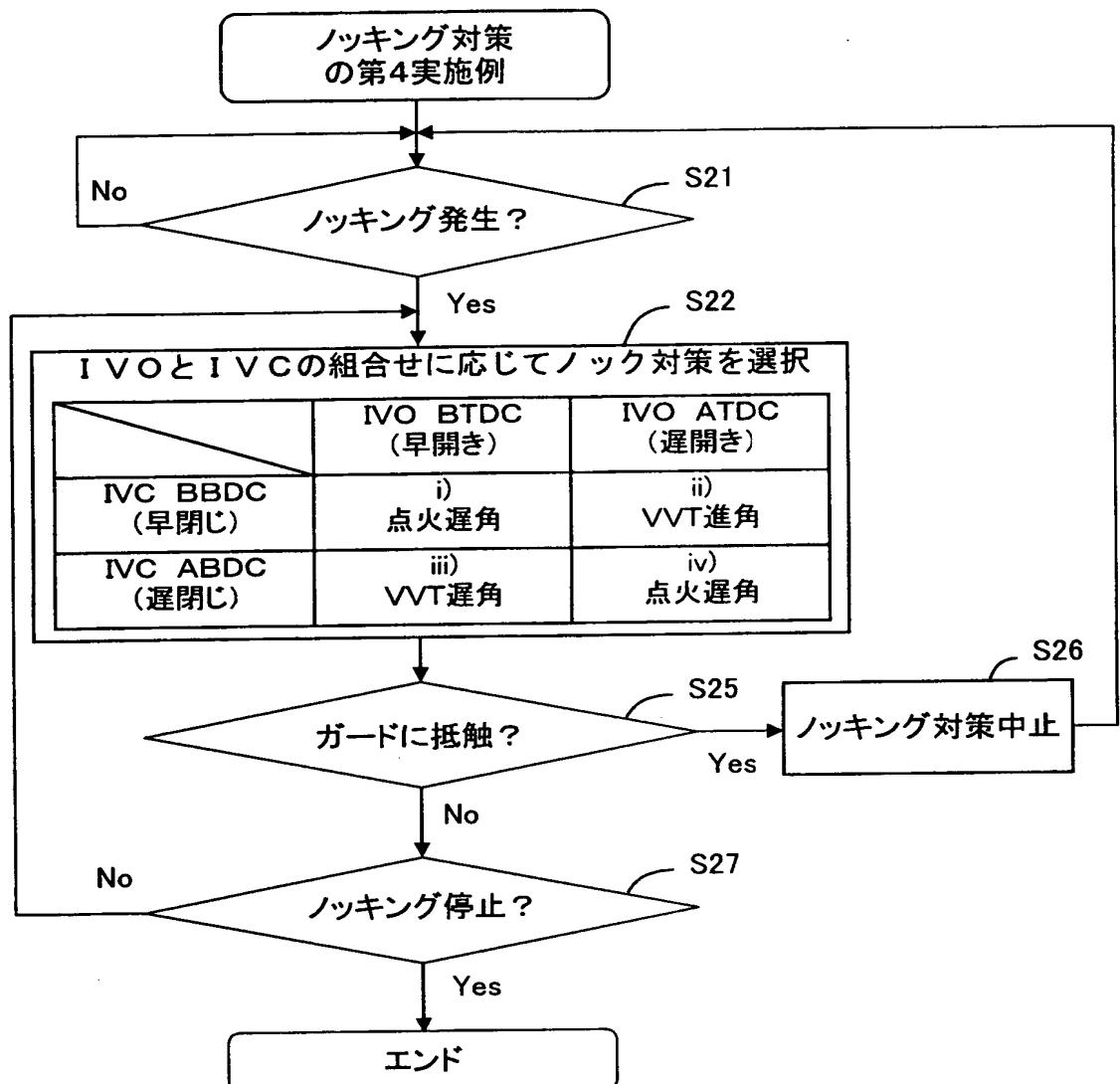
(C) 小作用角のノッキング対策例(作用角拡大)



【図9】

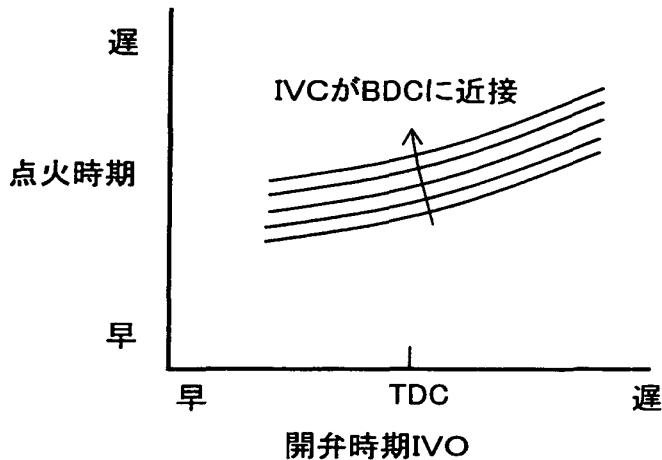


【図10】



【図11】

(A)IVO, IVCと点火時期の関係

(B)IVOに応じた点火時期の調整量 ΔT_o

IVO	B20	B10	TDC	A10	A20	A30	A40	A50
ΔT_o	0	-1	-2	-3	-5	-7	-10	-13

(負は遅角を示す)

(C)IVCに応じた点火時期の調整量 ΔT_c

IVC	B30	B20	B10	BDC	A10	A20	A30
ΔT_c	0	-2	-4	-5	-4	-2	0

(負は遅角を示す)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 可変動弁機構を有する内燃機関において、ノッキングをより十分に抑制するための技術を提供する。

【解決手段】 エンジン100は、吸気弁112の作用角の大きさと開弁期間の位相とを変更可能な可変動弁機構114を備えている。制御ユニット10は、ノックセンサ104によってノッキングの発生が検出されたときに、吸気弁112の開弁期間の位相調整を含む複数のノッキング対策のうちの少なくとも1つを選択的に実行可能である。吸気弁112の作用角が180度未満の場合には、吸気弁112の開弁時期IVOが、上死点TDCから所定の角度 α 分だけ遅角した所定の時期($TDC + \alpha$)を越えないように、ノッキング対策が選択して実行される。具体的には、例えば、作用角が180度未満で吸気弁112の開弁時期IVOが上死点TDCの後に存在するときに、吸気弁112の開弁時期IVOを進角させる。

【選択図】 図6

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名 トヨタ自動車株式会社